










APPARATUS FOR GUIDING DIFFUSED LIGHT

Patent number: WO9412898
Publication date: 1994-06-09
Inventor: KOIKE YASUHIRO (JP)
Applicant: KOIKE YASUHIRO (JP)
Classification:
- international: G02B5/02
- european: G02B5/02
Application number: WO1993JP01733 19931129
Priority number(s): JP19920341589 19921127

Also published as:

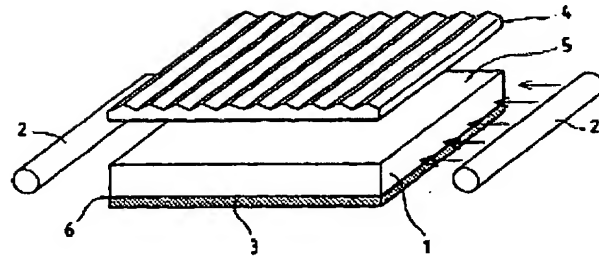
 EP0628838 (A1)
 US5548670 (A1)
 EP0628838 (A4)
 EP0628838 (B1)

Cited documents:

 JP5249319
 JP5045505
 JP5241147
 JP2084618
 JP2221926
more >>

Abstract of WO9412898

This apparatus comprises a light entrance surface, a diffused light exit surface, and a diffused light guide of a volume area having a uniform diffusing power. The value E [cm^{-1}], of the effective diffusion illumination parameter of the guide is $0.45 \leq E \leq 100$. In the correlation functional approximate expression, $\gamma(r) = \exp[-r/a]$, expressing the uneven refractive index structure of the guide, the correlation distance a is $0.01 \mu\text{m} \leq a \leq 50 \mu\text{m}$. No diffusing layer of diffusive ink need to be formed on the back side of the guide. When an element for correcting the direction of the light outgoing from the light exit light surface, having a serrated surface is provided on the light exit surface, it is possible to increase the light traveling in a specific direction. The uneven refractive index structure can be produced by kneading a polymer matrix and a granular material having a different refraction index, by kneading two or more polymers having different refractive indices, or by dispersing a granular material by suspension polymerization. The material having such a structure is then molded and used as the guide.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Japanese Patent No. 3162398

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3162398号
(P3162398)

(45) 発行日 平成13年4月25日 (2001.4.25)

(24) 登録日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 2 B 5/02

G 0 2 B 5/02

A

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-512979

(86) (22) 出願日 平成5年11月29日 (1993.11.29)

(86) 国際出願番号 P C T / J P 9 3 / 0 1 7 3 3

(87) 国際公開番号 W O 9 4 / 1 2 8 9 8

(87) 国際公開日 平成6年6月9日 (1994.6.9)

審査請求日 平成11年9月13日 (1999.9.13)

(31) 優先権主張番号 特願平4-341589

(32) 優先日 平成4年11月27日 (1992.11.27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 999999999

小池 康博

神奈川県横浜市緑区市ヶ尾町534-23

(72) 発明者 小池 康博

神奈川県横浜市緑区市ヶ尾町534-23

(74) 代理人 999999999

弁理士 竹本 松司 (外4名)

審査官 横井 康真

(56) 参考文献 特開 平3-294348 (J P, A)

特開 昭52-55651 (J P, A)

特開 平2-84618 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl.⁷, D B 名)

G02B 5/02

(54) 【発明の名称】 光散乱導光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】板状の光散乱導光体と、前記光散乱導光体に光を供給する光供給手段とを備え、

前記光散乱導光体は、前記光供給手段からの入射光を受け入れる少なくとも1つの端面領域と、前記側端面領域より導入されて前記側端面領域から離れるように伝播する光を前記板状の光散乱導光体の延在方向に関して側方に取り出して出射させるための出射面領域と、散乱能が実質的に一様に与えられた体積領域とを有している光散乱導光装置であって、

該体積領域における有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が、 $0.45 \leq E \leq 100$ の範囲にあると共に、該光散乱導光体に前記散乱能を生じせしめる屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を近似式 $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ (但し r は、光散乱導光体内の2点間距離) で表した時の相

関距離 a の範囲が、 $0.01 \mu\text{m} \leq a \leq 50 \mu\text{m}$ の範囲にあり、且つ、

前記屈折率不均一構造が、前記光散乱導光体の前記体積領域内に一様に分布する粒子状材料によって与えられており、前記粒子状材料の屈折率と前記光散乱導光体の基材の屈折率の差が0.001以上である前記光散乱導光装置。

【請求項2】板状の光散乱導光体と、前記光散乱導光体に光を供給する光供給手段とを備え、

前記光散乱導光体は、前記光供給手段からの入射光を受け入れる少なくとも1つの端面領域と、前記側端面領域より導入されて前記側端面領域から離れるように伝播する光を前記板状の光散乱導光体の延在方向に関して側方に取り出して出射させるための出射面領域と、散乱能が実質的に一様に与えられた体積領域とを有している光散

乱導光装置であって；

該体積領域における有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}]の値が、 $0.45 \leq E \leq 100$ の範囲にあると共に、該光散乱導光体に前記散乱能を生じせしめる屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を近似式 $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ （但し r は、光散乱導光体内の2点間距離）で表した時の相関距離 a の範囲が、 $0.01 \mu\text{m} \leq a \leq 50 \mu\text{m}$ の範囲にあり、且つ、

前記光散乱導光体が、少なくとも2種類のポリマーの混練工程を含むプロセスによって形成された材料からなり、前記少なくとも2種類のポリマーの屈折率について、最大屈折率と最小屈折率の差が少なくとも0.001以上である前記光散乱導光装置。

【請求項3】前記出射面領域に臨んで、光出射方向を特定方向へ向けて修正する光出射方向修正素子が配置されている、請求項1または請求項2に記載の光散乱導光装置。

【請求項4】前記光散乱導光体がサスペンション重合過程を通して前記粒子状材料が分散された材料を含む材料を成形することによって得られる材料を含んでいる、請求項1に記載された光散乱導光装置。

【請求項5】前記光散乱導光体の基材がポリマーマトリックスで構成され、前記粒子状材料が該ポリマーマトリックス内に混練工程を含む成形プロセスを通じて分散含有されている、請求項1に記載された光散乱導光装置。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、光を導光しつつ散乱光を周囲に向けて照射し得る板状の光散乱導光体を備えた光散乱導光装置に関し、更に詳しく言えば、液晶表示装置（LCD）のバックライト光源装置として特に有用な、実質的に一様な散乱機能が与えられた体積領域を有する板状の光散乱導光体を用いた光散乱導光装置に関するものである。

背景技術

従来より、散乱現象を利用して光を所望の方向に向け出射させる型の光学要素あるいは装置として種々のものが公知となっており、液晶表示装置のバックライト光源等の用途に使われている。

これら公知の光学要素あるいは装置の1つの類型は、延在した板状の透明材料の側方より光を入射させ、一方の面側に反射要素を配し、他方の表面付近に光拡散性を与えて光出射面とする面状光源を構成し、液晶表示装置のバックライト光源等として使用するものである。

例えば、特開昭62-235905号公報、特開昭63-63083号公報、特開平2-13925号公報及び特開平2-245787号公報に記載されたものがこれに当る。

これら光散乱導光装置を用いた面状光源においては、光散乱が透明体の内部で体積的に生起されておらず、透明体の表面付近あるいは反射要素における乱反射や鏡面反射を利用して光出射方向に拡がりを持たせているのみ

なので、光散乱導光装置から取り出せる散乱光の割合を十分に上げるには原理的な困難があった。

また、側方から光を入射させて均一な照度を有する面状光源を得ようとした場合、上記各公知文献に示された例からも容易に理解されるように、反射要素の反射能等になんらかの勾配を持たせなければならず、光散乱導光装置部分の構造が複雑かつ大型のものとなり、製造コストも高くならざるを得なかった。

従って、この型の光散乱導光装置を液晶表示装置のバックライト光源等の用途に用いた場合、明るさ、面状光源として照度の均一性、薄型構造、経済性等の要求のうちのいくつかを犠牲にせざるを得なかった。

公知の光学要素あるいは装置のもう1つの類型は、延在した板状の透明材料の内部に該透明材料と屈折率の異なる粒状物質を分散させて光導光板を構成するものである。

例えば、シリコン樹脂からなる球状粒子をPMMA樹脂等の透明性材料内に分散させた光拡散板の提案として、特開平1-172801号、特開平3-207743号、特開平3-294348号がある。これら公知の文献で開示されている粒径や粒子濃度のデータ等を用いて後述する有効散乱照射パラメータ E を計算してみると、210~3000という値が算出される。

このような E の値は、本発明が要件としている0.45~100の範囲から大きくはずれており、垂直方向から光を入射させて使用する光拡散板を構成する場合には使用出来ても、本発明が企図している、拡がりを持った光取出面から明るさの均一な光を取り出す光散乱導光装置の用途には使用出来ない。

即ち、上記公知の光散乱体側に側方から光を入射させたとしても、「相当の距離に亘って導光しつつ散乱させる」という光散乱導光体としての機能を実質的に備えていない為に、光入射面の極く近くの光取出面を局所的に明るくする結果となり、例えば液晶表示装置のバックライト光源として実用的なサイズ（数cm~数10cm）の均一面光源を実現することは不可能である。

また、光取出面の明るさの均一度を上げる為の試みとして、特開平2-221924号、特開平2-221925号、特開平2-221926号がある。これらは、光入射面から距離の増大に応じて粒子径及び／または粒子濃度を大きくするというものであり、有効散乱照射パラメータ E の値を光入射面から距離の増大に応じて大きくするという事に相当している。しかし、このような散乱体を実際に製造することは技術的に容易でなく、量産性に欠け、経済的にも不利である。例えば、射出成形技術を適用し、一括成形により光散乱導光体を得ることが困難である。

更に、表面に印刷パターンなどの光拡散性を与える処理を施す一方で、透明樹脂体内に微粒子を含有させた導光板からなる光源装置が特開平4-145485号で開示されている。ここでは、「表面の光拡散処理を施さない場

合の該導光板の出光面の輝度が、表面に光拡散処理を施した粒子を含有しない時の導光板（従来より市販の導光板）に比べ、2～10%になるようにする」ことによって、輝度が改善されることが述べられている。

即ち、この文献に示された技術思想は、輝度の90%以上を表面の光拡散処理の寄与によって生じさせ、残りの数%の輝度上昇を粒子含有による光拡散によって達成するというものに他ならず、光散乱導光体自体の散乱機能は補助的な意味しか有していない。

発明の開示

上述したように、従来技術の内、延在した板状の透明材料の側方より光を入射させ、一方の面側に反射要素を配し、他方の表面付近に光拡散性を与えて光出射面とする面状光源を構成し、液晶表示装置のバックライト光源等として使用する型の光散乱導光装置においては、光利用効率を高くするのが難しく、また、強いて光出射面の照度を上げようとすると、各種の補強手段が必要となり、その為に装置の厚み等が増し、また、製造コストも高くならざるを得ない。

更に、この透明板を使用する型のものにおいても、散乱能を補強し、照度分布を均一化する為に、上記の粒状物質で散乱能を与える型の光散乱導光体の説明の中で述べた網目あるいはドット状の補強層を透明板の裏面側に形成することが行われる。その場合、光出射面側から光散乱導光装置を観察すると補強層の網目やドットの模様が透けて見えるという不都合が生じる。これを防止する為に、実際に光散乱導光装置を構成するにあたっては、光出射面側にも光散乱性のフィルム等を配置することが行われている。

このような、付加構成も光吸収の原因になり、光利用効率の低下要因であり、また、装置構造が複雑になり、製造コストを上昇させる因ともなる。

一方、それ自身が光散乱能を有する光散乱導光体と、該光散乱導光体の側方より光を入射させる光源素子とを組み合わせる光散乱導光装置とした場合にも、従来技術においては、光散乱導光体内に分散させた粒状物質の分散濃度に勾配を与えたり、あるいは、光散乱導光体の裏面側に光拡散性インク等の印刷技術を用いて、網目状、ドット状等の光散乱補強層を設けることが必須と考えられて来たから、それら付加的技術手段を採用することに伴う装置の構造の複雑化と製造コスト上昇は避けることが出来なかった。網目やドットの模様が透けて見えるという現象も、透明板を使用した場合ほどではないが、無視できない程度には起こるので、よりむらのない光出射強度を得る為には、やはり光拡散フィルム等で光出射面を覆ったり、光出射面をすりガラス状に加工する等の手段が必要となる。（裏面の模様が透けて見えない程に粒状物質濃度を上げると、光散乱が光源近傍に強く起こり、広い面光源を得られない。）

これら付加的な手段や加工工程によって、光利用効率

が顕著に上昇するという作用は得られず、むしろ構造が複雑化する要因となるだけである。特に、工程数を出来るだけ省いて製造プロセスを合理化し、小型（特に、厚み）で軽量の装置を安価で大量に供給しようとした場合に、無視出来ない阻害要因となる。

本発明は、これら従来技術では避け難かった装置の複雑化、大型化を回避し、極めて簡単な構成で均一で明るい光出射面を持つ、製造が簡単な光散乱導光装置を提供することを企図するものである。

また、本発明は更に、特に小さな消費電力で明るい光出射面を得ることが要望されている液晶表示装置のバックライト光源装置に用いて有用な、光方向修正素子を利用した光散乱導光装置を提供しようとするものである。

更に、光散乱導光装置に使用される光散乱導光体を構成する材料の選択自由度を拡げ、また、それらの製造にあたって、プラスチック材料成形プロセスとして極めて一般的である射出成形法、あるいは押し出し成形法を採用し得るようにすることを本発明は企図するものである。

本発明は、先ず、「板状の光散乱導光体と、前記光散乱導光体に光を供給する光供給手段とを備え、前記光散乱導光体は、前記光供給手段からの入射光を受け入れる少なくとも1つの端面領域と、前記側端面領域より導入されて前記側端面領域から離れるように伝播する光を前記板状の光散乱導光体の延在方向に関して側方に取り出して出射させるための出射面領域と、散乱能が実質的に一様に与えられた体積領域とを有している光散乱導光装置であって；

該体積領域における有効散乱照射パラメータ $E [cm^{-1}]$ の値が、 $0.45 \leq E \leq 100$ の範囲にあると共に、該光散乱導光体に前記散乱能を生じせしめる屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を近似式 $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ （但し r は、光散乱導光体内の2点間距離）で表した時の相関距離 a の範囲が、 $0.01 \mu m \leq a \leq 50 \mu m$ の範囲にあり、且つ、前記屈折率不均一構造が、前記光散乱導光体の前記体積領域内に一様に分布する粒子状材料によって与えられており、前記粒子状材料の屈折率と前記光散乱導光体の基材の屈折率の差が0.001以上である前記光散乱導光装置」によって、製造が容易で簡単な構造を有し、明るく均一度の高い出射散乱光を得ることの出来る光散乱導光装置の1つの基本構成を提案したものである。

次に、本発明は、「板状の光散乱導光体と、前記光散乱導光体に光を供給する光供給手段とを備え、

前記光散乱導光体は、前記光供給手段からの入射光を受け入れる少なくとも1つの端面領域と、前記側端面領域より導入されて前記側端面領域から離れるように伝播する光を前記板状の光散乱導光体の延在方向に関して側方に取り出して出射させるための出射面領域と、散乱能が実質的に一様に与えられた体積領域とを有している光

散乱導光装置であって；該体積領域における有効散乱照射パラメータ E [cm^{-1}] の値が、 $0.45 \leq E \leq 100$ の範囲にあると共に、該光散乱導光体に前記散乱能を生じせしめる屈折率不均一構造の相関関数 $\gamma(r)$ を近似式 $\gamma(r) = \exp[-r/a]$ （但し r は、光散乱導光体内の2点間距離）で表した時の相関距離 a の範囲が、 $0.01 \mu\text{m} \leq a \leq 50 \mu\text{m}$ の範囲にあり、且つ、前記光散乱導光体が、少なくとも2種類のポリマーの混練工程を含むプロセスによって形成された材料からなり、前記少なくとも2種類のポリマーの屈折率について、最大屈折率と最小屈折率の差が少なくとも0.001以上である前記光散乱導光装置」によって、製造が容易で簡単な構造を有し、明るく均一度の高い出射散乱光を得ることの出来る光散乱導光装置の別の1つの基本構成を提案したものである。

更に、本発明は、上記基本構成において、「前記出射面領域に臨んで、光出射方向を特定方向へ向けて修正する光出射方向修正素子が配置されている」という要件を課すことによって、所望方向から観察した場合の明るさが増大された光散乱導光装置を提供したものである。

また、上記粒子分散型の基本構成において、「前記光散乱導光体がサスペンション重合過程を通して前記粒子状材料が分散された材料を含む材料を成形することによって得られる材料を含む」という要件を加えて、ポリマー材料中に粒子分散を行なう技術として利点の多いサスペンション重合過程を利用出来るようにしたものである。

更に、ポリマー材料中に粒子分散を行なう技術として特に簡便な混練工程—成形プロセスを利用出来るようにする為に、上記粒子分散型の基本構成において、「前記光散乱導光体の基材がポリマーマトリックスで構成され、前記粒子状材料が該ポリマーマトリックス内に混練工程を含む成形プロセスを通じて分散含有されている」という要件を加えたものである。

図面の簡単な説明

図1は、横軸に相関距離 a 、縦軸に誘電率ゆらぎ2乗平均 τ をとって有効散乱照射パラメータ E を一定とする曲線を、 $E=50$ [cm^{-1}] 及び $E=100$ [cm^{-1}] の場合について描いたグラフである。

図2は、相関距離 a の2つの値について、横軸に散乱角度 θ （入射光線の進行方向を $\theta=0^\circ$ とする。）をとり、自然光を仮定した場合の規格化散乱光強度を表わすグラフである。

図3は、光散乱導光装置の散乱出射光方向特性を修正する際の配置の典型例を示したものである。

図4は、光出射方向修正素子の機能について説明する図である。

図5は、光出射方向修正素子の機能を実証する実験結果を示したものである。

図6及び図7は、本発明で採用し得る光散乱導光体の

材料をポリマー材料名で列挙した表である。

発明を実施する為の最良の形態

先ず、本発明において光散乱導光体の散乱特性を記述する為に使用されている散乱照射パラメータ E と相関距離 a について、Debyeの理論を引用して説明する。

強度 I_0 の光が媒体中を y (cm) 透過し、その間の散乱により強度が I に減衰した場合に、有効散乱照射パラメータ E を次式(1)または(2)で定義する。

$$E [\text{cm}^{-1}] = - [\ln(I/I_0)] / y \quad \dots (1)$$

$$E [\text{cm}^{-1}] = - (1/I) \cdot dI/dy \quad \dots (2)$$

上式(1)、(2)は各々いわゆる積分形及び微分形の表現であって、物理的な意味は等価である。なお、この E は濁度と呼ばれることもある。

一方、媒体内に分布した不均一構造によって光散乱が起こる場合の散乱光強度は、縦偏光の入射光に対して出射光の大半が縦偏光である通常の場合(VV散乱)には、次式(3)で表される。

$$VV = [(4 <\eta^2> \pi^3) / \lambda_0^4] \int C \gamma(r) dr \quad \dots (3)$$

但し、 $C = [r^2 \sin(\nu sr)] / \nu sr \quad \dots (4)$ である。

自然光を入射させた場合には、Hh散乱を考慮して、式(3)の右辺に $(1 + \cos \theta^2) / 2$ を乗じた次式を考えれば良いことが知られている。

$$I_{vh} = VV (1 + \cos \theta^2) / 2 \quad \dots (5)$$

ここで、 λ_0 は入射光の波長、 $\nu = (2\pi n) / \lambda_0$ 、 $s = 2 \sin(\theta/2)$ 、 n は媒体の屈折率、 θ は散乱角、 $<\eta^2>$ は媒体中の誘電率ゆらぎ2乗平均（以下、 $<\eta^2> = \tau$ として、 τ を適宜使用する。）であり、 $\gamma(r)$ は相関関数と呼ばれるものである。

$$\gamma(r) = \exp(-r/a) \quad \dots (6)$$

Debyeによると、媒体の屈折率不均一構造が界面を持つてA相とB相に分かれて分散している場合には、誘電率のゆらぎに関して相関関数 $\gamma(r)$ 、相関距離 a 、誘電率ゆらぎ2乗平均 τ 等が次のような関係式で表される。

$$a [\text{cm}] = (4V/S) \cdot \phi_A \phi_B \quad \dots (7)$$

$$\tau = \phi_A \phi_B (n_A^2 - n_B^2)^2 \quad \dots (8)$$

但し、 V :全体積、 S :界面の全面積、 ϕ_A 、 ϕ_B :A、B各相の体積分立、 n_A 、 n_B :A、B各相の屈折率である。

不均一構造が半径 R の球状界面で構成されているとみなせば、相関距離 a は次式で表される。

$$a [\text{cm}] = (4/3) R (1 - \phi_A) \quad \dots (9)$$

相関関数 $\gamma(r)$ についての式(6)を用い、式(5)に基づいて自然光を媒体に入射させた時の有効散乱照射パラメータ E を計算すると結果は次のようになる。

$$E = [(32a^3 \tau \pi^4) / \lambda_0^4] \cdot f(b) \quad \dots (10)$$

但し、 $f(b) = [\{ (b+2)^2 / b^2 (b+1) \} - \{ 2(b+2) / b^3 \} \cdot \ln(b+1)] \quad \dots (11)$

$b = 4 \nu 2a^2$... (12)
である。

以上述べた関係から、相関距離 a 及び誘電率ゆらぎ 2 乗平均 ϵ を変化させることにより、散乱光強度、散乱光強度の角度依存性及び有効散乱照射パラメータ E を制御することが可能であることが判る。

図 1 には、横軸に相関距離 a 、縦軸に誘電率ゆらぎ 2 乗平均 ϵ をとって有効散乱照射パラメータ E を一定にする条件を表わす曲線が、 $E=50$ [cm^{-1}] 及び $E=100$ [cm^{-1}] の場合について描かれている。

一般に、 E が大きければ散乱能が大きく、 E が小さければ散乱能が小さい、換言すれば透明に近くなる。 $E=0$ は全く散乱の無いことに対応する。

従って、大面積の面状光源や長尺のファイバー状乃至棒状の均一照明光源等に光散乱導光体を用いる場合には E を小さく選べば良い。一応の判断基準を述べれば次のようになる。

例えば、 $E=0.001$ [cm^{-1}] 程度とすれば、数十 m の寸法のファイバー状の光散乱導光体を均一に光らせることが出来る。図 1 に示した $E=100$ [cm^{-1}] の程度にとれば、数 mm ～数 cm の範囲を集中的且つ均一に照明するのに適している。

また、図 1 の $E=50$ [cm^{-1}] のケースでは、それらの中間的なサイズ（例えば、数 cm ～数十 cm ）の光散乱導光体を均一に光らせるのに好適と考えられる。

本発明では、上記基準を考慮しつつバックライト光源の用途における実用性を重視し、 $0.45 \sim 100$ [cm^{-1}] のレンジを選択した。

一方、相関距離 a は、光散乱導光体内部における個々の散乱現象における散乱光の方向特性に深く関わっている量である。即ち、上記 (3) 式乃至 (5) 式の形から推察されるように、光散乱導光体内部における光散乱は一般に前方散乱性を帯びているが、前方散乱性の強さが相関距離 a によって変化する。

図 2 は、これを a の 2 つの値について例示したグラフである。図において、横軸は散乱角度 θ （入射光線の進行方向を $\theta=0^\circ$ とする。）を表わし、縦軸は自然光を仮定した場合の散乱光強度、即ち、上記 (5) 式を $\theta=0^\circ$ に対して規格化した値、 $V_{\text{vh}}(\theta)/V_{\text{vh}}(0)$ を表わしている。図に併記されているように、 $a=0.13 \mu\text{m}$ 、上記 (9) を用いて粒径に換算して $2R=0.2 \mu\text{m}$ の場合には、規格化散乱強度のグラフは θ に関する緩やかな減少関数となるが、 $a=1.3 \mu\text{m}$ 、上記 (9) 式による粒径換算値で $2R=2.0 \mu\text{m}$ の場合には、規格化散乱強度のグラフは θ が小さい範囲で急激に減少する関数となる。

このように、光散乱導光体内の屈折率の不均一構造によって生ずる散乱は、基本的に前方散乱性を示し、相関距離 a の値が小さくなると前方散乱性が弱まり、1 回の散乱における散乱角度範囲が広がる傾向を持つようにな

ると言うことが出来る。この事実自体は、実験的にも確認済みの事柄である。

以上は光散乱導光体内部に分布した屈折率不均一構造による散乱現象そのものに着目した議論であるが、光散乱導光体の光取出面から実際に出射される光の方向特性を評価する為には、光取出面における全反射の現象と光出射時の透過率（光散乱導光体からの脱出率）を併せて考慮する必要がある。

基礎的な光学理論によって良く知られているように、光散乱導光体の内部側から光取出面に光が入射した時、光散乱導光体内外の媒質の屈折率によって決まる臨界面角 α_c （ここでは、光取出面に立てた法線方向を 0° とする。）を上回る場合には、外部（空気層）への出射（脱出）が起らない。本発明に使用される代表的な材料である PMMA（屈折率 1.492）では、 $\alpha_c=42^\circ$ となる。他の材料の場合にも大差の無い値となる。

上述したように、光散乱導光体内部における散乱は前方散乱性を示すから、光取出面の側方に光入射面をとる通常のケースでは、光入射面から入射した光が不均一構造に遭遇して発生した 1 次散乱光が直ちに上記臨界面角条件を満たすことは稀であると考えられる。

換言すれば、光取出面からの光出射には、光散乱導光体内部における多重散乱や光散乱導光体の背面側の界面あるいは反射部材による反射等を経た光が上記臨界面角条件を満たして外部に出射される現象が大きく寄与しているものと思われる。

そうだとすると、臨界面角条件を満たす光に注目した場合には、個々の散乱現象の属性である前方散乱性は相当程度薄められ、光の進行方向分布には相当の拡がりが生じている筈である。従って、光散乱導光体から出射される光の方向特性は、臨界面角条件を満たした光の光取出面における透過率（脱出率）の角度依存性に大きく左右されるものと考えられる。

一般に、臨界面角をぎりぎり満たすような条件における透過率は極めて低く（例えば、アクリル樹脂－空気界面の場合、P 偏光成分 40% 程度、S 偏光成分 20% 程度である。）、臨界面角を下回ると急激に上昇し、 5° 乃至 10° 以上下回った条件ではほぼ一定となる（アクリル樹脂－空気界面の場合、P 偏光成分 90% 以上、S 偏光成分 85% 以上）。

以上のことから、光取出面への入射角が 32° 乃至 37° 程度の光が、光散乱導光体の光取出面から光出射に最も寄与しているものと考えられる。光取出面における屈折を考慮に入れると、入射角が 32° 乃至 37° 程度出射光は光取出面に立てた法線に対して、 $53^\circ \sim 62^\circ$ 程度（光散乱導光体の屈折率は 1.5 程度である。）となる。即ち、光散乱導光体の光取出面からの出射光は、粗く見積れば、光取出面表面に対して $30^\circ \sim 40^\circ$ 程度立ち上がった方向に指向性を有する光となる。

但し、ここで注意すべきことは、相関距離 a の値が余

り大きくなると、前方散乱性そのものが薄れてしまい、一次散乱のみで広範囲の方向に散乱光が発生するようになる為に、この指向性が弱まってしまうことである。本発明では、光散乱導光体の光取出面からの出射光の指向性が a の値に応じて変化することを前提にするものであり、これを考慮した相関距離 a の実際的な値の範囲として、 $0.01\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ を選択するが、下記に説明する光出射方向修正素子を有効に使用する為には、 $a>0.05$ であることが好ましい。

以上の事柄を前提に、本発明に使用される光修正素子の機能について図3及び図4を参照して説明する。

例えば、液晶表示装置等においては、表示面の観察は特定方向（主として正面方向あるいはこれに近い方向）から行われるのが一般的であるから、バックライト光源に使用される光散乱導光装置の散乱出射光は、光取出面に垂直な方向に強く分布することが望まれる。本発明で使用する光散乱導光体に光出射方向修正素子を組み合わせることによって、この要求に有効に応えることが出来る。

先ず、図3は、請求項1あるいは請求項2に記載された光散乱導光装置の散乱出射光方向特性を修正する際の配置の典型例を示したものである。

図3において、1は光散乱導光体で、その両側に光源（蛍光ランプ）2を配置し、散乱光取出面5の側には光出射方向修正素子4を配置する。光散乱導光体1の裏面6は、光学的に開放された面であり、光散乱導光体本体には光拡散インキパターンや凹凸拡散面等の光散乱補強処理は特に施されていない。但し、粗面として光源2の強い反射が光入社部の周辺で発生することを防止することも考えられる。裏面6に対向して、光散乱導光体1とは別体の反射体（白色フィルム板）3が配置される。

この配置の特徴は、散乱出射光取出面側に光出射方向修正素子4が設けられ、それによって光出射方向が修正される点にある。以下、図4を参照して述べる。光出射方向修正素子4は、図4（1）のように、光散乱導光体1の光取出面5側に臨んでその凹凸面を外側に向けて配置されても良く、また、図4（2）のように、光散乱導光体1の光取出面5側に臨んでその凹凸面を内側に向けて配置されても良い。（図3では、前者の場合を例示した。）

先ず、図4（1）のケースでは、臨界角条件を満たす光を代表する光線B1は、 $\phi 1=30^\circ$ 乃至 40° の角度を以て光取出面5に入射し、その大部分が空気層7へ出射される。この時の出射角 $\phi 2$ は、光散乱導光体の屈折率 $n1=1.5$ 程度、空気層の屈折率 $n0=1$ として、 $50^\circ\sim 60^\circ$ となる。そして、空気層7を通過した後、光出射方向修正素子4に入射して図示されたような屈折経路を辿り、光取出面5に対して垂直方向に近い角度で光出射方向修正素子4の面4aから出射される。（面4bから出射される割合は相対的に小さい。）

光出射方向修正素子4入射以後の光の経路は、その屈折率 $n2$ やプリズム頂角 $\phi 3$ によってある程度変化するから、光散乱導光装置の適用事例に即してこれらパラメータを選択すれば良い。

次に、図4（2）のケースでは、臨界角条件を満たす光を代表する光線B2は、 $\phi 1=30^\circ$ 乃至 40° の角度を以て光取出面5に入射し、その大部分が空気層7へ出射される。この時の出射角 $\phi 2$ は、光散乱導光体の屈折率 $n1=1.5$ 程度、空気層の屈折率 $n0=1$ として、 $50^\circ\sim 60^\circ$ となる。ここまでの経路は図4（1）の場合と同じである。

光線B2は、空気層7を通過した後、光出射方向修正素子4のプリズム面4aに垂直に近い角度で入射する。特に、プリズム面の頂角 $\phi 4=60^\circ\sim 80^\circ$ とすれば、この条件の満足度が高い（反対側の面4dに入射する割合は相対的に小さい）。従って、プリズム面4aでの屈折は僅かであり、光線B2は反対側のプリズム面4dで正反射され、光取出面5に対して垂直方向に近い角度で光出射方向修正素子4から出射される（プリズム面の頂角 $\phi 4=60^\circ\sim 80^\circ$ とすれば、この条件の満足度も高くなる。）

光出射方向修正素子4自体は公知のものであるが、光散乱導光体1から出射される光に相当の指向性が無ければ、その機能を有効に利用することが出来ない。この指向性を利用する技術思想は本発明に固有のものである。従来の光散乱導光体の背面側に光拡散性の印刷パターン等を設けるものにあつては、光散乱導光体が透けて見えることを防ぐ為に光取出面上に光拡散板を配置することが多く、このような指向性を得ることが出来ない。

なお、光出射方向修正素子4は、図示したように列状にプリズム面が形成されたものに限らず、いかなる型のものを使用しても良い。例えば、3角錐状あるいはドーム状の突起群を分布させたフィルム、かまぼこ形断面を有する列状凸部を有する板状素子等が考えられる。

また、特殊なケースとして、例えば、射出成形技術を用いて光散乱導光体1を製造する際に金型に凹凸面を形成しておく等の手段により光取出面5に凹凸を形成し、光出射方向修正素子の役割を果たさせる態様も採用可能である。

以上、光出射方向修正素子の作用について、理論上の考察を述べたが、この考察が正しいことを実証する実験例を示したのが、図5である。図において、口印は、図3に示された配置において光修正素子4を除外した場合における出射光強度の実測値を、横軸に角度（光取出面に立てた法線方向を 90° とした。）をとってプロットしたものである。曲線aはこれに対応する方向特性推定曲線である。

曲線aは 30° と 40° の間及び 140° と 150° の間に同形のピークを有している。これは、前記考察における出射光の指向性に関する推論結果と整合した結果を表わしている（曲線aは各光源に由来する光の指向性を表わす曲

線を重ね合わせたものとなっている)。

一方、このような結果が得られる配置に対して光出射方向修正素子4を図3の配置で加えた場合の実測値をプロットした結果は、◇印で描かれている。曲線bはこれに対応する方向特性推定曲線である。図から明らかなように、90°方向(光取出面に向かって正面方向)を中心に対称形の適度の拡がり(本例では30°程度)を有する明瞭な指向性を持つように、出射光の指向性が修正されている。このような特性は液晶表示装置のバックライト光源として、非常に好ましいものである。

次に、本発明に使用される光散乱導光体の材料及び製造方法について説明する。

本発明で使用される光散乱導光体は、ポリマー材料をベースとするものであり、代表的なものを挙げれば、図5及び図6に示した表1、表2にも挙げられているように、PMMA(ポリメチルメタクリレート)、PSt(ポリスチレン)、PC(ポリカーボネート)等がある。

本発明に使用される光散乱導光体を構成する材料の製造法の1つは、2種類以上のポリマーを混練する工程を含む成形プロセスを利用するものである。

上記2種類以上のポリマーを混練する工程は、ポリマーブレンドと言うべき工程であるが、この混練されるポリマー材料の組合せに屈折率を実質的に異なる(屈折率差0.001以上)ものを選択して光散乱導光体を構成した点に、請求項2に記載された構成の基本的特徴がある。

即ち、2種類以上の屈折率の相互に異なるポリマー材料(任意形状で良い。工業的には、例えばペレット状のものが考えられる。)を混合加熱して、練り合わせ(混練工程)。そして、混練された液状材料を射出成形機の金型内に高压で射出注入し、冷却固化することによって成形された光散乱導光体を金型から取り出せば金型形状に対応した形状の光散乱導光体を得ることが出来る。混練された2種類以上のポリマーは完全には混ざり合うことなく固化するので、それらの局所的濃度に不均一(ゆらぎ)が生まれて固定される。

従って、混練されるポリマー同士に実質的な屈折率差があれば、屈折率不均一構造を有する光散乱導光体が製造されることになる。

また、混練された材料を押し出し成形機のシリンダー内に注入し、通常のやり方で押し出せば目的とする成形物を得ることが出来る。

これらポリマーブレンドの組合せや混合割合については、非常に幅広い選択が可能であり、屈折率差、成形プロセスで生成される屈折率不均一構造の強さや性質(散乱照射パラメータE、相関距離a、誘電率ゆらぎ2乗平均 ϵ で記述される。)を考慮して決定すれば良い。

使用し得るポリマー材料の代表的なものを図5及び図6の表1及び表2に示した。これらの材料は、あくまで例示であり、本発明に使用される光散乱導光体の材料を限定する趣旨のものではない。

本発明に使用される光散乱導光体を構成する材料の製造法の更に別の態様として、ポリマー材料中に屈折率の異なる(0.001以上の屈折率差)粒子状材料を一様に混入分散させるものである。

粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の1つは、サスペンション重合法と呼ばれるものである。即ち、粒子状材料をモノマー中に混入し、湯中に懸濁させた状態で重合反応を行なわせると、粒子状材料が一様に混入されたポリマー材料を得ることが出来る。これを原材料に用いて成形を行なえば、所望の形状の光散乱導光体が製造される。

サスペンション重合を種々の粒子状材料とモノマーの組合せ(粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ)について実行し、複数種類の材料を用意しておき、これを選択的にブレンドして成形を行なえば、多様な特性の光散乱導光体を製造することが出来る。また、粒子状材料を含まないポリマーをブレンドすれば、粒子濃度を簡単に制御するこが出来る。

粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の他の1つは、ポリマー材料と粒子状材料を混練するものである。この場合も、種々の粒子状材料とポリマーの組合せ(粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ)で混練・成形(ペレット化)を行なっておき、これらを選択的にブレンドして光散乱導光体を成形製造することにより、多様な特性の光散乱導光体を得ることが出来る。

また、上記のポリマーブレンド法と粒子状材料混入方法を組み合わせることも可能である。例えば、屈折率の異なるポリマーのブレンド・混練時に粒子状材料を混入させることが考えられる。

以下、具体的な幾つかの実施例について更に説明を加える。

<実施例1>

メタクリル樹脂のペレット(旭化成製、デルベツト80N)に粒径0.8 μ mのシリコン系樹脂粉体(東芝シリコン製、トスパール108)を0.3wt%添加し、ミキサーで混合分散させた後、押し出し機でストランド状に押し出し、ペレタイザーでペレット化することにより、シリコン系樹脂粉体が均一に分散されたペレットを調製した。

このペレットを射出成形機を用い、シリンダー温度230℃~260℃、型温度50℃の条件で成形して、縦56mm、横75mm、厚さ4.5mmの板状光散乱導光体を得た。

この光散乱導光体を図3に示した配置中の光散乱導光体1に使用して、光散乱導光装置の基本配置を構成した。光出射方向修正素子4としては、頂角がほぼ110°のプリズムフィルムを採用した。また、蛍光ランプ2の周囲には、光散乱導光体1に面する側を除いて反射フィルム(図示省略)を配置して光の有効利用を図った。また、光散乱導光体1の裏面には、光拡散インキ等の散乱補強層を一切設けず、別体の反射フィルム3を配置したのみの構成とした。

蛍光ランプ2に、通常のバックライト光源用に用いられているものを使用して、光取出面に対して法線方向の散乱光強度を（株）ミノルタ製の色彩色度計を用いて測定したところ、光散乱導光体全面にわたって約6416カンデラの明るさで、正面方向に散乱光を出射していることが確かめられた。また、網目パターンあるいはドットパターン等の散乱補強素子を使用しなかったにも拘らず、約84%の明暗比が得られ、均一度の高い面光源が実現されていることが確かめられた。

また、プリズムフィルムを2枚重ねて使用したところ、約7117カンデラ、明暗比90%という値を得た。これにより、プリズムフィルムを重ねることによって、照度自体と共にその均一性も改善されることが判明した。これは以下の原理によって説明される。使用されるプリズムフィルムは、スリーM社のベフ（商標名）であり、ポリカーボネートよりできており、屈折率は1.59である。

光取出面に対して法線方向を90°、ランプから遠ざかる方向を0°とするとし、プリズム面が表側を向く場合を考える。この時、光散乱導光体の持つ指向性によって、35°方向に出射された光は、前述した原理によって1枚目の光出射方向修正素子で60°方向の光に変換され、更に、2枚目の光出射方向修正素子で84°方向の光に変換される。即ち、90°に近い方向への出射方向の修正が達成されたことになり、光散乱導光体の正面方向から見た明るさが改善される訳である。

これに対して、メタクリル樹脂製光散乱導光体の下面に光拡散層のスクリーン印刷を施し、散乱光取出面側にも光拡散板を配置した従来市販されている光散乱導光装置について、同じ条件下で散乱光強度を測定したところ、照度約4052カンデラという結果を得た。

これに同じプリズムフィルム（光出射方向修正素子）を配置して、「スクリーン印刷を施したPMMA導光板＋光拡散板＋プリズムフィルム」という3枚構成にした場合の照度は、5253カンデラであった。

上気の「光散乱導光体＋プリズムフィルム2枚」の6416カンデラの値はこれを上回っており、スクリーン印刷や光拡散板を要しない従来より簡単な構成で照度が22%も上昇していることが判る。

この3枚構成の配置に更にプリズムフィルムを1枚追加配置した場合、即ち、「スクリーン印刷を施したPMMA導光板＋光拡散板＋プリズムフィルム＋プリズムフィルム」という4枚構成にすると、照度は5590カンデラとなり、2枚目のプリズムフィルムを設置することによる照度の増加分は337カンデラに過ぎない。

これに対し、「光散乱導光体＋プリズムフィルム」の2枚構成に2枚目のプリズムフィルムを追加すると、照度は既述した通り6416カンデラから7117カンデラまで701カンデラも上昇した。この結果からも、光散乱導光体とプリズムフィルム（光出射方向修正素子）の組合せの有効性の高さが確認される。

次に、視野角について述べる。本実施例の光散乱導光体からの出射光のピークは35°付近にあるので、1枚目のプリズムフィルムにプリズム頂角が48°付近にあるものを使用すれば、90°（正面方向）への出射方向修正が達成される。このような条件は、例えば、通常のデスク載置型のコンピュータの液晶ディスプレイへのバックライト光源への適用に好適である。

また、TFT液晶テレビジョンのように、ある程度視野角を広げる必要がある用途を想定する場合には、例えば、次のような方策をとることによってより好ましい結果を得ることが出来る。

光散乱導光体からの出射光のピークを90°から相当程度ずれた方向に修正するプリズムフィルムを1枚使用し、図3の光散乱導光体両サイドに1本ずつの光源を配置する構成を採用する。これは、図5の曲線bを得る為に使用されたプリズムフィルム（90°方向への修正素子）を、90°から相当程度ずれた方向に修正するプリズムフィルムに置き換えたものに相当するので、図5のbのカーブを左右双方へ広げた形の曲線が得られる筈である。換言すれば、2本のランプを使用することにより、光拡散板を使用することなく、しかも、光出射方向修正素子の作用を活かしながら視野角を制御することが可能となる。

但し、本発明は視野角を適宜広める為に光拡散板を使用することを全く拒否するものではない。即ち、従来用いられていた光拡散板を光散乱導光体と光出射方向修正素子の間または光出射方向修正素子上に配置すれば、光拡散板の光拡散作用により、視野角が広がるのは当然の帰結である。しかし、その場合でも、出射光の指向性の中心角度を制御した上で指向性の先鋭度を必要に応じて弱めるという使用法がとれることは、本発明の1つの特徴である。

なお、本実施例において使用多された光散乱導光体の相関距離は $a = 0.53 \mu\text{m}$ であり、有効散乱照射パラメータの前記(11)式による見積計算値は $E = 12.6 [\text{cm}^{-1}]$ である。

<実施例2>

MMIに粒径 $0.8 \mu\text{m}$ のシリコン系樹脂粉体（東芝シリコン製、トスパール108）を0.3wt%添加し、公知のサスペンション重合により、該粉体が均一に分散した球状粒子を得た。これを実施例1と同様にペレタイザーでペレット化することにより、シリコン系樹脂粉体が均一に分散されたペレットを調製した。

以下、実施例1と同じ条件で同型の板状光散乱導光体を得た。この光散乱導光体は、実施例1で作製された光散乱導光体と外観上全く区別がつかないものであった。そして、実施例1と同条件の諸測定を行なった結果についても、実質的な差異が認められなかった。

なお、本実施例において使用された光散乱導光体についても、相関距離は $a = 0.53 \mu\text{m}$ であり、有効散乱照射

パラメータの前記(11)色による見積値は $E=12.6$ [cm^{-1}]である。

<実施例3>

80mlの水に、2.2gの過酸化ベンゾイル、12mlのクロロデカン、10mlのジクロロエタン及び0.25gのNa-ラウリルサルフェートをホモゲナイザーを用いて乳化し、直径 $0.1\mu\text{m}\sim 0.2\mu\text{m}$ のエマルジョンを調製した。このエマルジョンを粒径 $0.55\mu\text{m}$ 、濃度8.5wt%の単分散ポリスチレンをシードラテックス90mlに添加した。更に、20mlの水、及び15mlのアセトンを $35^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ で添加し、 40°C で12時間にわたって攪はんした後、アセトン及びジクロロエタンを真空蒸留により除去した。

次に、1.2gのNa-ラウリルサルフェートを添加した後、水で希釈して全体で1.2リットルとした。そして、スチレン65g、メタクリル酸メチル171g、ブチルアクリレート45g、及びトリメチロールプロパントリアクリレート9gを 30°C で攪はんしながら添加した後、更に、 30°C で15時間にわたって攪はんした。その後、 60°C に温度を上げて重合反応を開始させ、25時間反応を継続させ、平均粒径 $2.8\mu\text{m}$ 、屈折率1.502の有機架橋粒子材料を得た。

メチルメタクリレート(MMA)とトリフルオロエチルメタクリレート(3FMA)の組成比1対1の共重合体1kgに、上気粒子材料を0.5wt%添加し、ミキサーで十分混練した後、直径20mmのノズルより押し出した。これを長さ50mmとして、両端を切削研磨して、円筒状の光散乱導光体を得た。

得られた光散乱導光体について、Debyeの関係式を使って相関距離 a と誘電率のゆらぎ2乗平均 τ を計算したところ、相関距離 $a=1.87\mu\text{m}$ 、誘電率のゆらぎ2乗平均 $\tau=0.0000808$ という結果を得た。また、前記式(10)を用いて、散乱照射パラメータ E の値を求めた結果は、散乱照射パラメータ $E=44.03$ [cm^{-1}]であった。

この円筒状光散乱導光体の一方の端面から、径約1mmのHe-Neレーザービームを入射させたところ、光散乱導光体表面全体から、目視では明暗むらが全く認められない程度の散乱光が観測された。そして、その端面を観察しても、レーザービームに相当する光点は視認出来なかった。即ち、入射光のほぼすべてが均一度の高い散乱光に変換されることが確かめられた。

<実施例4>

ポリメチルメタクリレート(PMMA)にポリスチレン(PSt)を0.5wt%添加し、V型タンブラーを用いて10分間、次いでヘンシェルミキサーを用いて5分間混合した。これを径30mmの2軸押し出し機〔ナカタニ機械

(株)製]を使って、シリンダー温度 $220^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 、スクリュウ回転数75rpm、吐出量6kg/hrの条件で融解混合してペレットを作成した。

このペレットを射出成形機を用い、シリンダー温度 $220^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 、型温度 65°C 、射出速度中速、射出圧力ショートショット圧プラス10kg/cm²の条件で成形して、縦横35mm、厚さ4.5mmの板状光散乱導光体を得た。

この光散乱導光体を図2に示した配置中の光散乱導光体1に使用して、光散乱導光装置の基本配置を構成した。光出射方向修正素子4としては、頂角がほぼ 110° のプリズムフィルムを使用した。また、蛍光ランプ2の周囲には、光散乱導光体1に面する側を除いて反射フィルム(図示省略)を配置して光の有効利用を図った。また、光散乱導光体1の裏面には、光拡散インキ等の散乱補強層を一切設けず、別体の反射フィルム3を配置したのみの構成とした。

蛍光ランプ2には、実施例1と同じものを用い、散乱光強度を測定したところ、光散乱導光体全面にわたって約6500カンデの明るさで、正面方向に散乱光を出射していることが確かめられた。また、網目パターンあるいはドットパターン等の散乱補強素子を使用しなかったにも拘らず、明暗比約80%の照度均一度を有しており、均一度の高い面光源が実現されていることが確かめられた。

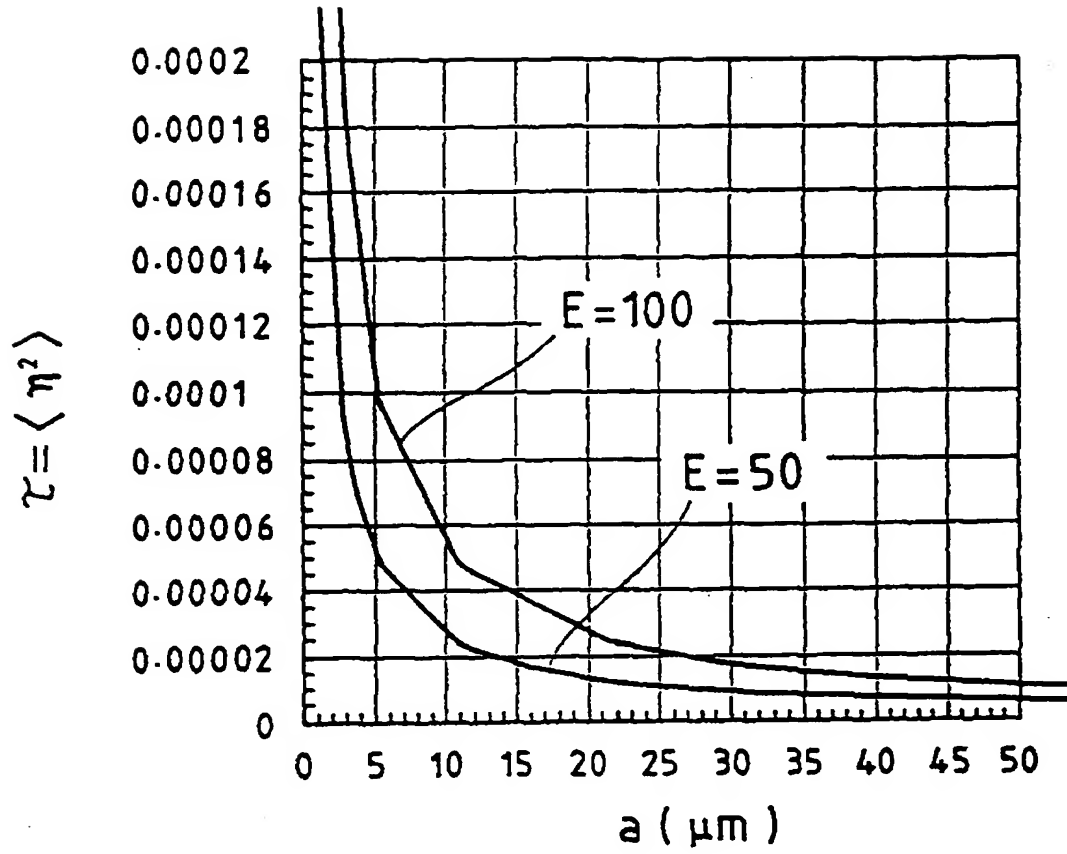
以上、説明したように、本発明によれば、従来技術では避け難かった装置の複雑化、大型化を回避し、極めて簡単な構成で均一で明るい光出射面を持つ、製造が簡単な光散乱導光装置が提供される。

また、本発明によれば、光方向修正素子を利用することにより、小さな消費電力で特に明るい光出射面を有する光散乱導光装置が実現される。

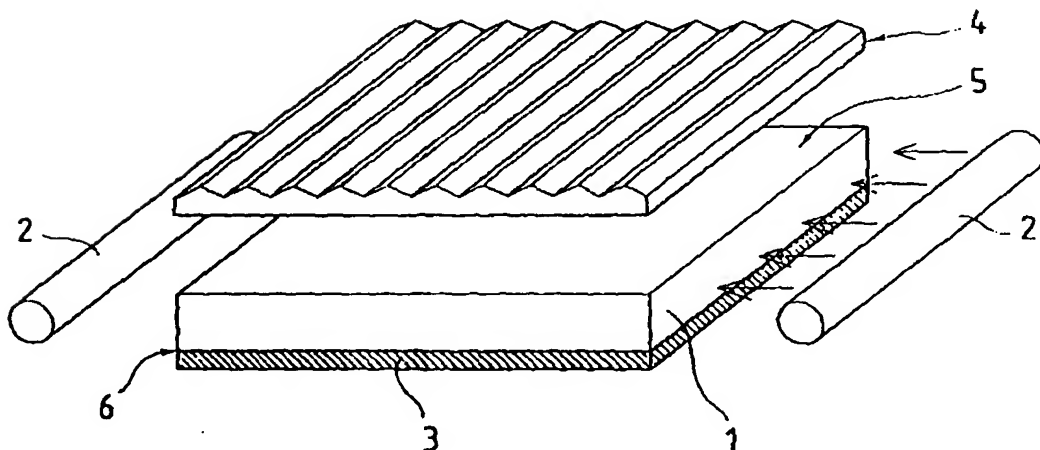
更に、本発明は、新規な型の光散乱導光体を提供し、光散乱導光体あるいはそれを組み込んだ光散乱導光装置における材料選択の自由度を上げ、また、それらの製造にあたって、プラスチック材料成形プロセスとして極めて一般的である射出成形法、あるいは押し出し成形法を採用し得るようにし、光散乱導光体あるいは光散乱導光装置の製造に要するコストを低減することに寄与することが出来るという利点を有するものである。

本発明の光散乱導光装置は、このような基本的利点を備えているから、液晶表示装置等各種ディスプレイのバックライト光源装置、自動車等におけるバックライト光源、1次光源として太陽光あるいは通常の照明光源を利用した各種の照明システムへの適用を通じて、幅広い光学分野でその有用性を発揮するものである。

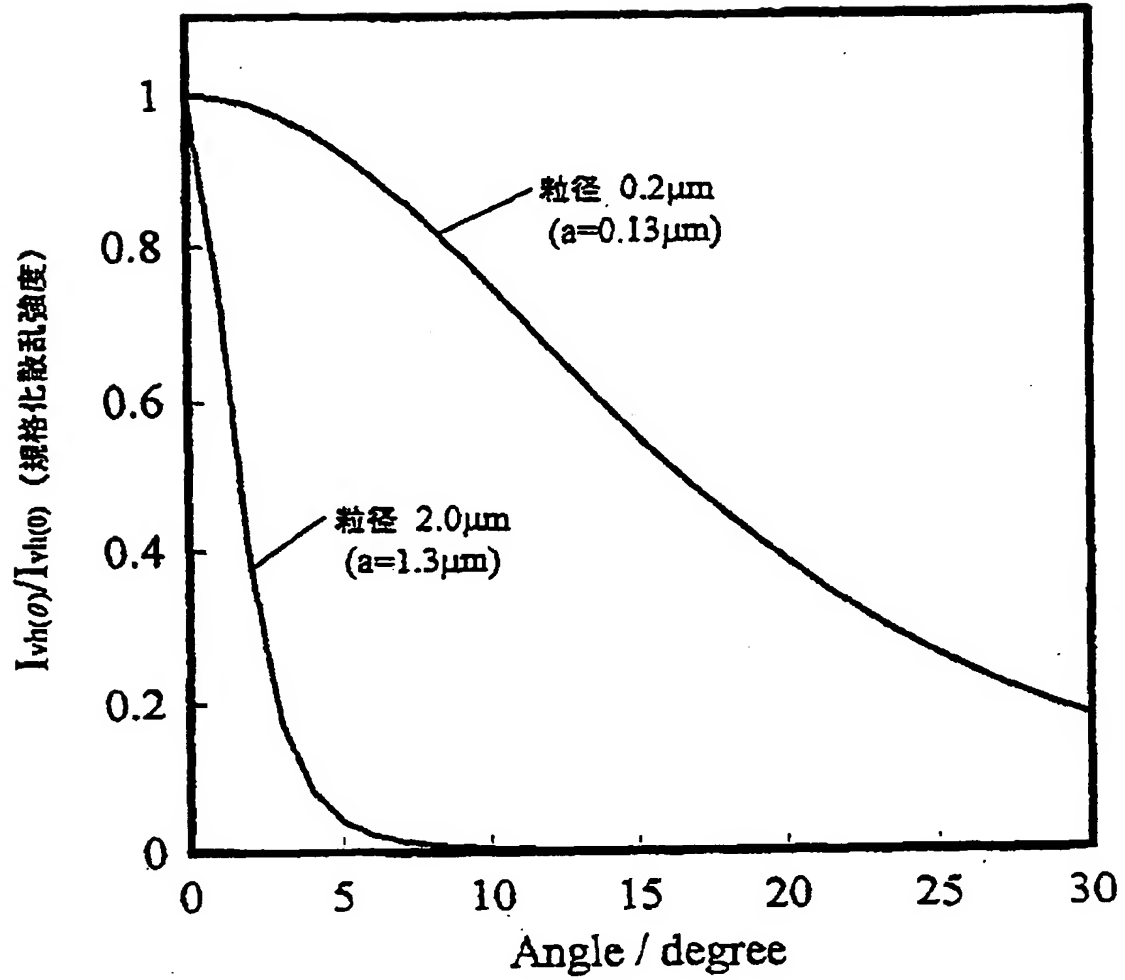
【第1図】



【第3図】

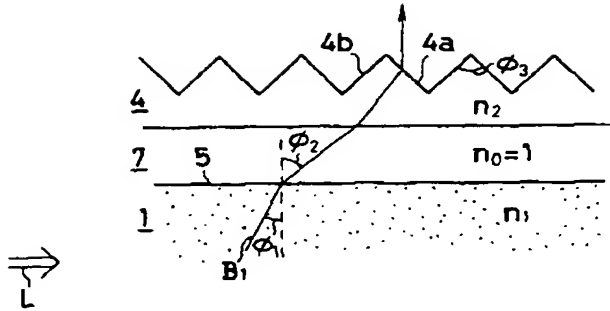


【第2図】

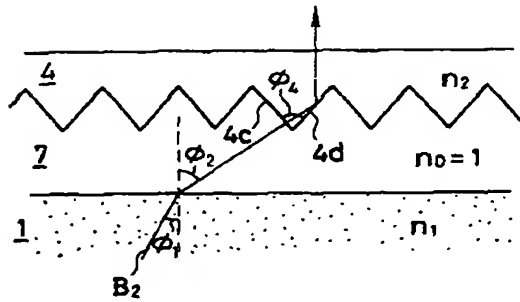


【第4図】

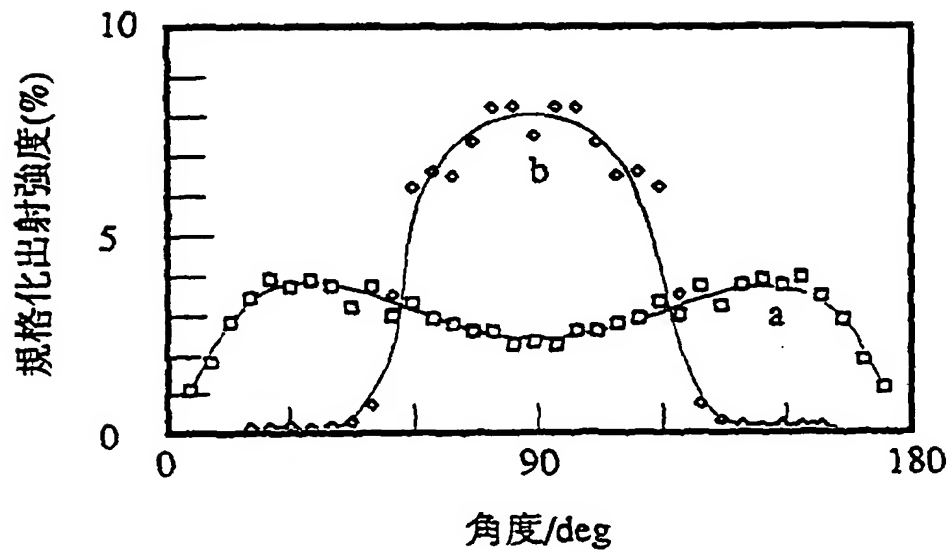
(1)



(2)



【第5図】



【第6図】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマーno
MA	1. PMMA [ポリメチルメタクリレート]	1. 49
	2. PEMA [ポノエチルメタクリレート]	1. 483
	3. Poly (nPMA) [ポリー n -プロピルメタクリレート]	1. 484
	4. Poly (nBMA) [ポリー n -ブチルメタクリレート]	1. 483
	5. Poly (nHMA) [ポリー n -ヘキシルメタクリレート]	1. 481
	6. Poly (iPMA) [ポリイソプロピルメタクリレート]	1. 473
	7. Poly (iBMA) [ポリイソブチルメタクリレート]	1. 477
	8. Poly (tBMA) [ポリー t -ブチルメタクリレート]	1. 463
	9. PCHMA [ポリシクロヘキシルメタクリレート]	1. 507
XMA	10. PBzMA [ポリベンジルメタクリレート]	1. 568
	11. PPhMA [ポリフェニルメタクリレート]	1. 57
	12. Poly (1-PhEMA) [ポリー1-フェニル ニテルメタクリレート]	1. 543
	13. Poly (2-PhEMA) [ポリー2-フェニルエチル メタクリレート]	1. 559
	14. PFFMA [ポリフルフリルメタクリレート]	1. 538
A	15. PMA [ポリメチルアクリレート]	1. 4725
	16. PEA [ポリエチルアクリレート]	1. 4685
	17. Poly (nBA) [ポリー n -ブチルアクリレート]	1. 4534
XA	18. PBzMA [ポリベンジルアクリレート]	1. 5584
	19. Poly (2-CIEA) [ポリー2-クロルエチル アクリレート]	1. 52

【第7図】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマーno
AC	20. PVAc [ポリビニルアセテート]	1. 47
XA	21. PVB [ポリビニルベンゾエート] 22. PVAc [ポリビニルフェニルアセテート] 23. PVClAc [ポリビニルクロルアセテート]	1. 578 1. 567 1. 512
N	24. PAN [ポリアクリロニトリル] 25. Poly (α MAN) [ポリ- α -メチルアクリロニトリル]	1. 52 1. 52
α -A	26. PMA (2CI) [ポリメチル- α -クロルアクリレート]	1. 5172
St	27. Poly (o-CIS t) [ポリ- α -クロルスチレン] 28. Poly (p-FSt) [ポリ-p-フルオロスチレン] 29. Poly (o, p-FSt) [ポリ-o, p-ジフルオロスチレン] 30. Poly (p-iPSt) [ポリ-p-イソプロピルスチレン] 31. PSt [ポリスチレン]	1. 6098 1. 566 1. 475 1. 554 1. 59
C	32. PC [ポリカーボネート]	1. 59